

# ラットの脂質代謝におよぼす低温暴露の影響に関する研究

著者	中塚 晴夫
号	279
発行年	1981
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/15886">http://hdl.handle.net/10097/15886</a>

氏 名 (本籍)	なか 中	つか 塚	はる 晴	お 夫
学 位 の 種 類	農	学	博	士
学 位 記 番 号	農	博	第 2 7 9	号
学位授与年月日	昭和 5 7 年 3 月 2 5 日			
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当			
研 究 科 専 攻	東北大学大学院農学研究科 (博士課程) 畜産学専攻			
学位論文題目	ラットの脂質代謝におよぼす低温暴露の 影響に関する研究			
論文審査委員 (主 査)	教授 津 田 恒 之      教授 松 本 達 郎 教授 木 村 修 一			

# 論文内容要旨

動物の適応は単一の反応ではなく、複数の変化が組合せられたもので、それらが時間の経過とともに一般には一過性で過大な反応からより安定なものへ、交代しながら新たな平衡状態に到達する。脂質は肉質、乳質などに大きな影響を与える物質であると同時に寒冷時にはエネルギー源として重要な役割を果たしている。各種の環境下にある家畜の脂質代謝の様相を知ることが畜産生産面あるいは経済面から必要なことと考えられる。本論文はその基礎的段階としてラットを用い寒冷適応の過程にみられる脂質代謝の変遷をガス代謝と各臓器における脂肪酸合成能および脂質の蓄積量などの測定から明らかにしようとしたものである。

## I 急性低温暴露がガス代謝と体成分におよぼす影響

### 1. ガス代謝におよぼす影響

ラットの低温に対する適応過程の概要を知るため、 $25^{\circ}\text{C}$ 下で飼育していたラットを $1^{\circ}\text{C}$ に2週間暴露しガス代謝の推移を調べた。暴露後体重は一旦減少し4日目に最低となった後、8日目には実験開始時の値にまで回復した。採食量は変動しつつ増加し常温時の40%増となって安定した(図1)。 $\text{O}_2$ 消費  $\text{CO}_2$ 生産量は低温初日に著しく増加し、その後の変化はわずかであった。 $\text{RQ}$ は常温下の0.88から一旦低下し4日目に最低値0.77となった後0.81にまで回復した。熱生産量は常温の $7.5 \text{ Cal} / \text{kg}^{0.75} \text{ hr}$ から3日目までに $11.5 \text{ Cal} / \text{kg}^{0.75} \text{ hr}$ にまで増加し以後漸減する傾向にあった(図2)。以上の結果からこの条件下では暴露直後、脂質分解を中心に異化へ傾いた代謝が4~6日から同化的方向をむき、次第に安定した適応状態へと移行すると結論された。

### 2. 体成分におよぼす影響

1の実験で低温の代謝におよぼす影響が示されたので、次に低温が体成分にいかに関与するかを調べた。

対照群、 $2^{\circ}\text{C}$ および $23^{\circ}\text{C}$ で2週間飼育した群の計3群について体成分を調べた。屠殺時に対照群と $2^{\circ}\text{C}$ 群は同じ体重となり、 $2^{\circ}\text{C}$ 群と $23^{\circ}\text{C}$ 群は同じ週令となったので、それぞれ異なる温度環境におかれた同一体重あるいは同一週令のラットの体成分を比較することとなった。

$2^{\circ}\text{C}$ 群の脂質含量は他の2群に比べ顕著に低く $\text{RQ}$ の低下と合致した。脂質含量と水分はいずれの群でも負の相関が認められた。ヨウ素価は $2^{\circ}\text{C}$ 群で高く、ステロール含量は総・遊離物を問わず各群で変化がなかった。粗灰分、P、Caの含量は $2^{\circ}\text{C}$ 群が高く、骨の成長は他の物質出納にかかわらずなくおこっていたことを示した。Na、Kは $2^{\circ}\text{C}$ 群でNaが高い値を示した以外変化がなかった(表1)。

以上の2実験で急性低温暴露時の代謝の概要を明らかにし得たが、とりわけ脂質代謝に関する項目に大きな変化が見られ、寒冷時の脂質の重要性が改めて強調された。

## II 急性低温暴露が脂肪酸合成能に与える影響

I で低温暴露が代謝に影響を与え、その変化に脂質が大きな役割をはたしていることが示された。そこでラットの脂肪酸合成能が I と同じ温度条件下でいかに変化するかを *in vitro* および *in vivo* で調べた。

### 1. *in vitro* における影響

ラットを 1℃ に暴露し 15 日間飼養を継続した。対照期および体重が低下し種々の機能が亢進していると考えられる低温 4 日目、次に体重が回復し新しい平衡状態を作りつつあると思われる低温 15 日目に実験を行った。肝臓、副睪丸脂肪組織の切片を培養して放射性酢酸とグルコースの脂肪酸への取込みおよび CO<sub>2</sub> への放出を調べた。

肝臓の場合、酢酸の脂肪酸への取込みは 4 日目で減少、15 日目である程度回復、CO<sub>2</sub> への放出は 4 日目で減少、15 日目に回復した。グルコースからの脂肪酸への取込みは 4・15 日ともに低下、CO<sub>2</sub> へはごくわずかの低下に止まった。副睪丸脂肪組織では酢酸・グルコースいずれからも脂肪酸への取込みは低下、CO<sub>2</sub> へは酢酸からでは 4 日目に低下して 15 日目には回復、グルコースからでは 4・15 日ともに低下した(表 2.3)。

### 2. *in vivo* における影響

I と同じ条件でラットを低温暴露して 4・15 日目に 14C 酢酸を静脈に注入して 15 分後に屠殺し、肝臓および副睪丸・皮下・腎周囲の各脂肪組織中の脂肪酸への取込みを調べた。体重は一旦低下したが 15 日目には回復した。血漿グルコース濃度は 4 日目で増加、15 日目で暴露前の値へもどり、FFA 濃度は 4・15 日ともに高い値となった。肝臓および各脂肪組織重量は低下、肝臓ではさらに蛋白とグリコーゲン含量が一旦低下してある程度まで回復した。

皮下脂肪組織を除く各臓器における脂肪酸への取込みは、低温 4 日目で低下、15 日目で回復の傾向を見せるが、特に腎周囲脂肪組織では低温 15 日目の値が常温の値を大きく上まわった。皮下脂肪組織での脂肪酸への取込みは低温 4 日目では低下せず 15 日目で低下した(表 4)。

以上の実験で、*in vitro*、*in vivo* いずれも低温 4 日目では脂肪酸合成能は低下しているが、15 日目では、体重が回復し代謝像の全体は同化の方向へ傾いていると考えられるのに、脂肪酸合成能の回復は部分的であり、部位によって異なることを知った。そこでより長期にわたる低温暴露を行い、脂肪酸合成能および部位による変化パターン、さらにその結果として脂質の蓄積量について知ろうとして次の実験を行った。

## III 長期低温暴露が脂質代謝に与える影響

ラットを長期間低温暴露し全身および各部位の脂肪酸合成能さらに脂質の蓄積がいかに推移するかを観察した。しかし低温暴露を長期間行くと、低温による直接の影響のみならず、その間のラッ

トの成長による変化も加わると予想された。そこでまず常温でラットを飼養して、成長にともなう変化を観察した。

## 1. 常温に於ける変化

ラットを20℃で2ヶ月間飼養し、常温での成長にともなう脂質代謝の変化を調べた。

ラットはこの環境下で順調に成長し、2ヶ月間で体重はほぼ倍増したが、成長速度は漸減した(図3)。採食量はその間一定であったので、飼料効率は漸減した。尿中窒素は漸増した(表5)

2週間毎に5～7頭ずつ、<sup>14</sup>C グルコース、<sup>3</sup>H 酢酸を注入して屠殺し、肝臓・腎周囲・副睪丸・皮下脂肪組織および筋その他の混合物中の脂肪酸への放射性物質への取込みを調べ、かつ脂質を中心として屠体分析を行った。

各脂肪組織は次第に大きくなり、屠体の脂質含量は増加した。肝臓のグリコーゲン・脂質・蛋白含量には変化がなかった(表6～7)。

表8に放射性物質の脂肪酸への取込み総量の推移を示した。各組織とも漸増傾向を示している。しかし表6.7に示したごとく組織重量は増加しているので、単位組織重量あたりで示せばほとんど変化していない。従って脂質合成能は飼養期間中変化はなかったと考えられる。脂肪酸へ取込まれた放射性物質の比 <sup>14</sup>C / <sup>3</sup>H は肝臓で0.1付近で、脂肪組織の0.5～1.0とは明らかな差があり、代謝像に差異があることが示唆された(表8)。

## 2. 低温時に於ける変化

ラットを2ヶ月にわたって1℃に暴露し、寒冷条件に適応する過程での脂質代謝変化の全体像を明らかにしようとした。

低温暴露前、後1.2.3.4.6および8週目に1.と同じ方法で放射性物質を注入し各部位での脂肪酸への取込みを調べ、脂質を中心として屠体分析を行った。

体重は暴露後一旦低下し、のち、ゆるやかに増加した(図4)。採食量・尿中窒素量は約60%増加して安定した。飼料効率は一旦大きく低下して再び増加した後漸減した(表10)。

各脂肪組織および肝臓の重量は低温で低下し、低い値を6週目まで保ち8週目にほぼ回復した。肝臓については、グリコーゲンは一旦低下、8週目にある程度回復した。蛋白は一旦低下し6週目まで低い値であったが8週目で暴露前の値に達し、脂質含量は増加傾向を示した。各脂肪組織では脂質含量の低下が見られ(表11)、屠体の脂質含量(%)は低温で低下、8週目に回復した(表10)。褐色脂肪組織は低温で肥大するのが認められた。

放射性物質の脂肪酸への取込みの推移を表12に示した。肝臓では一旦低下後、漸増し、暴露前の値まで回復した。副睪丸・腎周囲脂肪では低下し、回復は顕著ではなかった。皮下脂肪組織では低下して暴露前の値にまで回復した。筋その他の混合物ではグルコースの取込みが暴露前の値の3～4倍にまで増加し、他の部分とは明らかに異なる変動を示した。全身の合計は<sup>14</sup>C グ

ルコースからでは50~100%増,  $^3\text{H}$  酢酸からでは変化はなかった。低温暴露が放射性物質の脂肪酸への取込みに与える影響は臓器重量の減少を凌駕しているため, 単位組織重量あたりで取込み量を表現しても, 値の推移に異なる傾向が出ることはなかった。 $^{14}\text{C}$   $^3\text{H}$  比は筋その他で増加した以外は一旦低下して回復した。

筋その他の部分で脂肪酸合成能の増加をもたらし, 全身の合成量を律速したのはおそらく褐色脂肪組織であろう。この部分の脂肪酸合成のメカニズムが他の部分と異なるのは脂肪酸合成の量的増加のみではなく  $^{14}\text{C}$   $^3\text{H}$  比が増加して行くことから推察できる。熱生産のためにこの部分へグルコースが大量に, 供給され, かつ利用されるメカニズムが増大したためであろうと思われる。

$20^\circ\text{C}$  環境下のラットの脂肪酸合成能の変化と比較すると,  $20^\circ\text{C}$  では各組織の単位重量あたりの合成能は変化せず, 成長にともなって総量は増加した。一方,  $1^\circ\text{C}$  では副睪丸・腎周囲脂肪などの合成能は低下するが筋その他の部分では合成能が他の部分での低下を相殺する以上に増加するので, 全身としてみると, 両環境下ではほぼ同様な合成能の推移を示すことを知った。

また皮下脂肪組織では合成能の低下が少なく, すぐに回復することと, 脂肪酸合成能が増加する組織のあることは, 断熱作用と熱生産を増加させ, 体温恒常性の維持に有効なのであろうと推察された。

#### IV ま と め

本論文で得られた成果を要約すると,

1. ラットを  $1^\circ\text{C}$  に暴露すると暴露後4~6日から異化的傾向より同化的方向に推移した。
2.  $1^\circ\text{C}$  に15日間暴露したラットの肝臓および副睪丸脂肪組織の *in vitro* での脂肪酸合成能は常温に比べて低下した。
3. 同じく *in vivo* の脂肪酸合成能も低下傾向にあるが, 各組織によってその程度は相違した。
4.  $20^\circ\text{C}$  下で2ヶ月間脂肪酸合成能の推移を観察したが, 脂質代謝に変化は認められなかった。一方, 同期間,  $1^\circ\text{C}$  に暴露した場合は, 肝臓と副睪丸, 腎周囲, 皮下の各脂肪組織では一旦低下して次第に回復した。しかし, 低下, 回復の程度は部位によって異なっていた。筋その他の部分は著しく増加し他の組織とは顕著な差が見られた。

以上, 低温環境下にある脂質代謝の一端を脂肪酸合成能を中心として明らかにした。

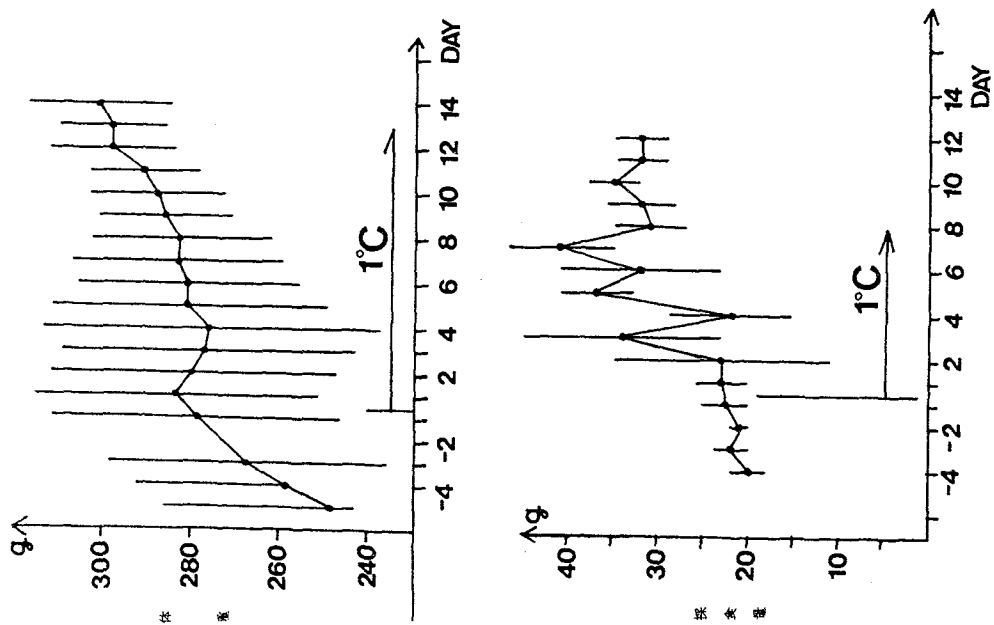


図1. 体重(上)および体温(下)

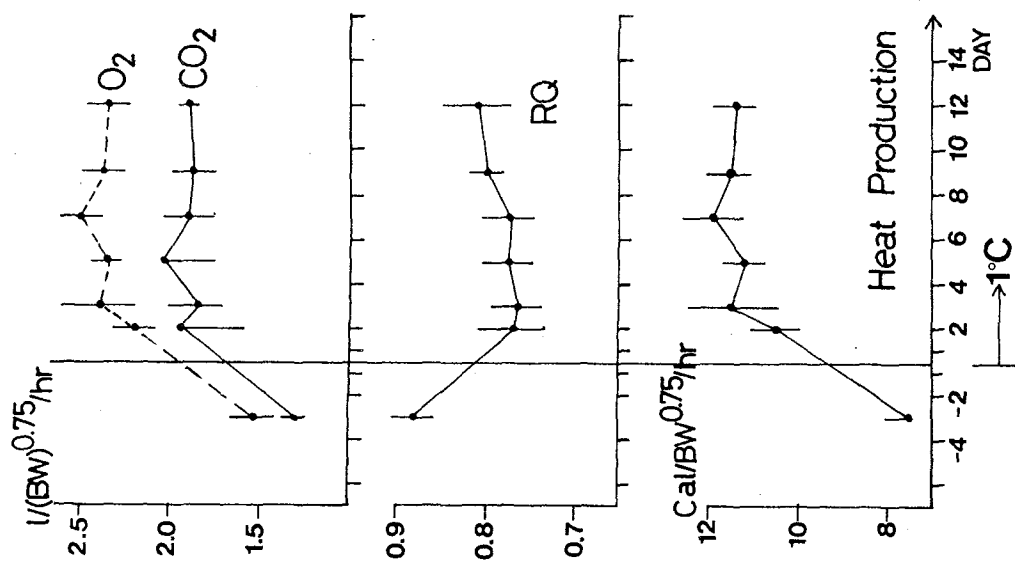


図2. 代謝量

	Control N=5		23C N=5		2 C N=5	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
屠 体 重 量 (g)	195.0	15.3	224.8	18.0	197.8	6.0
水 分 (%)	66.8	1.3	66.0	1.9	69.1	0.8
脂 質 (%)	9.42	1.11	9.98	1.74	6.88	1.53
ヨ ウ 素 価	84.4	7.4	88.7	4.2	94.5	5.1
総ステロール (%)	0.184	0.012	0.195	0.014	0.195	0.006
遊離ステロール (%)	0.139	0.005	0.142	0.010	0.153	0.013
蛋 白 (%)	18.7	0.4	18.9	0.4	19.4	0.8
粗 灰 分 (%)	3.17	0.19	3.30	0.20	3.62	0.21
P (%)	0.599	0.036	0.624	0.059	0.658	0.033
Ca (%)	0.860	0.089	0.897	0.77	1.02	0.086
Na (%)	0.131	0.010	0.126	0.004	0.137	0.003
K (%)	0.266	0.010	0.261	0.008	0.260	0.010

表 1. 温度による体成分の変化

部 位	基 質	単 位	常 温	低温 4 日	低温 15 日
肝 臓	酢 酸	Pg 炭素/mg 蛋白	260 <sup>a</sup> ±120	58 <sup>b</sup> ±15	120 <sup>a</sup> ±50
肝 臓	グルコース	"	13 <sup>a</sup> ±8	5 <sup>b</sup> ±2	4 <sup>b</sup> ±1
副睪丸脂肪	酢 酸	μg 炭素/mg 蛋白	2.2 <sup>a</sup> ±2	0.43 <sup>b</sup> ±0.19	0.44 <sup>b</sup> ±0.26
副睪丸脂肪	グルコース	"	38 <sup>a</sup> ±19	5.9 <sup>b</sup> ±2.5	3.4 <sup>b</sup> ±1.8

異符号間で有意差 P < 0.05

表 2. in vitro での脂肪酸合成

部 位	基 質	単 位	常 温	低温 4 日	低温 15 日
肝 臓	酢 酸	μg 炭素/mg 蛋白	4.6 <sup>a</sup> ±1.0	3.6 <sup>b</sup> ±0.5	4.4 ±1.1
肝 臓	グルコース	"	0.52±0.14	0.46±0.14	0.46±0.11
副睪丸脂肪	酢 酸	"	13 ±7	7.5 ±3.3	14 ±8
副睪丸脂肪	グルコース	"	30 <sup>a</sup> ±17	7.8 <sup>b</sup> ±1.9	6.9 <sup>b</sup> ±1.8

異符号間で有意差 P < 0.05

表 3. in vitro での CO<sub>2</sub> 生成



部 位	肝 臓	腎周囲脂肪	副睪丸脂肪	皮 下 脂 肪
単 位	D. P. M. $\times 10^5$	D. P. M. $\times 10^3$	D. P. M. $\times 10^3$	D. P. M. $\cdot / \text{cm}^2$ $\times 10^3$
常 温	1.8 $\pm$ 0.8	7.6 $\pm$ 6.0	1.3 $\pm$ 6	2.6 $\pm$ 0.6
低 温 4 日	1.3 $\pm$ 0.4	6.9 $\pm$ 4.5	6.0 $\pm$ 4.0	2.7 $\pm$ 0.7
低 温 15 日	1.5 $\pm$ 0.5	3.9 $\pm$ 3.6	8.7 $\pm$ 8.2	1.7 $\pm$ 0.4

表 4. in vivo での放射性酢酸の脂肪酸への取込み  
(RI の注入量は  $10 \mu\text{Ci}/\text{匹}$ )

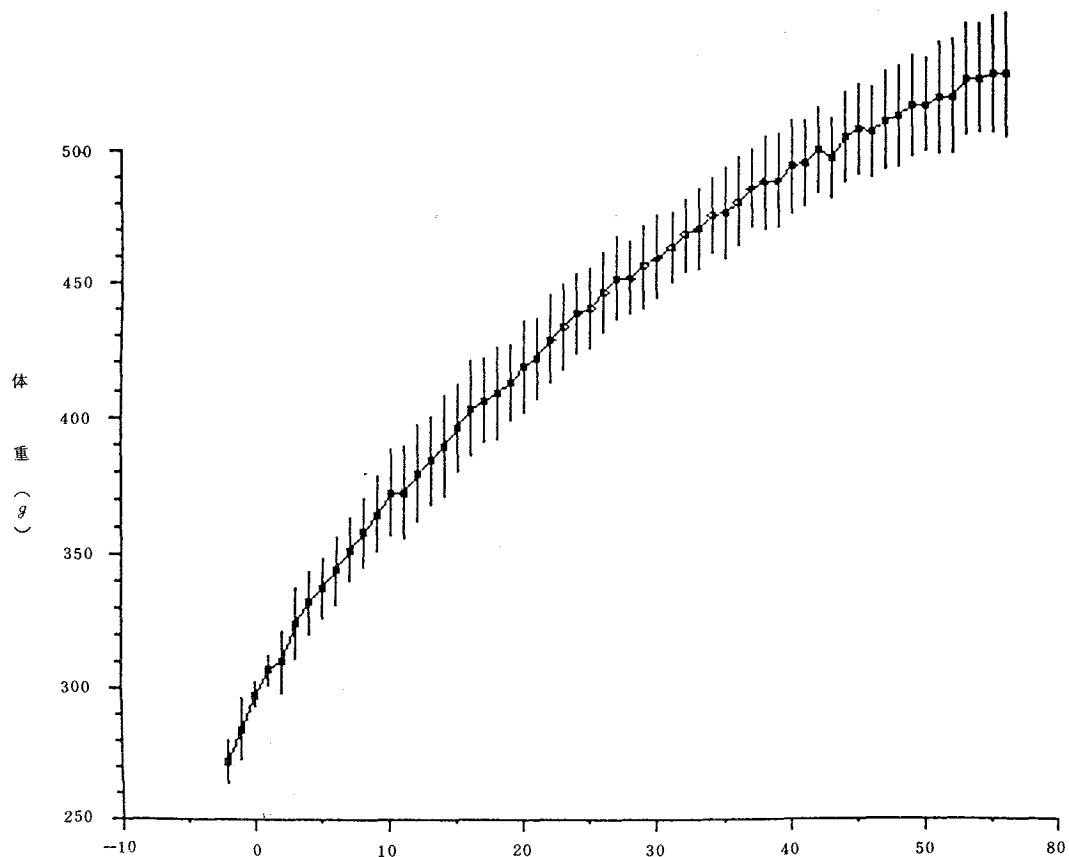


図 3. 常温 (20°C) における体重変化

日	増体量／日 g	採食量／日 g	飼料効率 %	消化率 %	尿中窒素／日 mg
1～10	7.39±1.87	30.0±2.0	24.6±6.0	81.7±0.7	321±34
11～20	4.65±0.85	30.5±1.6	15.2±2.4	81.8±0.8	339±40
21～30	4.13±0.73	30.3±1.2	13.6±2.0	81.9±0.7	398±45
31～40	3.42±0.42	30.7±1.0	11.1±1.1	83.3±0.3	398±50
41～50	2.37±0.74	30.5±1.1	7.7±2.2	81.6±0.9	410±35

表 5. 20℃での物質出納

週	屠体重量 g	脂質含量 %	肝湿重量 g	体重比 %	蛋白含量 %	グリコーゲン %	脂質含量 %
0	288±2	6.89±0.79	12.2±0.8	4.24±0.32	14.1±1.0	4.37±0.84	4.09±0.42
2	378±11	7.14±0.97	14.4±1.4	3.82±0.36	15.1±0.8	4.10±0.98	4.14±0.15
4	438±32	7.31±1.79	16.3±1.9	3.73±0.33	14.2±0.9	3.80±0.59	4.05±0.40
6	487±26	8.31±1.45	17.0±1.4	3.50±0.21	13.8±0.4	3.53±1.51	4.14±0.23
8	529±24	10.1±1.76	17.9±2.2	3.37±0.30	14.0±0.3	3.27±1.11	4.80±0.54

表 6. 屠体重量，脂質含量および肝成分（20℃環境下）

部位	週	湿重量 g	体重比 %	蛋白含量 %	脂質含量 %
副 睪 丸 脂 肪	0	3.38 ± 0.28	1.18 ± 0.10	1.53 ± 0.22	65.8 ± 4.3
	2	4.40 ± 0.98	1.16 ± 0.26	1.28 ± 0.20	57.5 ± 3.2
	4	5.87 ± 1.38	1.34 ± 0.23	1.36 ± 0.26	61.5 ± 5.0
	6	7.00 ± 1.71	1.44 ± 0.27	1.34 ± 0.14	61.2 ± 6.0
	8	8.78 ± 1.23	1.71 ± 0.25	1.14 ± 0.12	69.8 ± 2.4
腎 周 囲 脂 肪	0	2.79 ± 0.51	0.97 ± 0.18	1.53 ± 0.19	66.1 ± 4.4
	2	4.46 ± 1.11	1.18 ± 0.30	1.61 ± 0.29	66.4 ± 3.2
	4	6.88 ± 2.18	1.56 ± 0.40	1.36 ± 0.21	68.4 ± 2.1
	6	7.46 ± 2.60	1.53 ± 0.45	1.53 ± 0.35	68.3 ± 3.5
	8	10.2 ± 1.62	1.94 ± 0.37	1.09 ± 0.09	70.4 ± 3.4
皮 下 脂 肪	0	56 ± 4	19.5 ± 1.4	—	14.0 ± 2.7
	2	75 ± 3	19.9 ± 1.1	—	15.7 ± 2.5
	4	90 ± 9	20.7 ± 0.9	—	14.3 ± 5.7
	6	98 ± 9	20.3 ± 0.9	—	17.4 ± 3.0
	8	108 ± 5	21.2 ± 1.9	—	20.7 ± 3.9
筋 そ の 他	0	213 ± 4	74.2 ± 1.4	—	3.45 ± 0.45
	2	280 ± 12	73.9 ± 1.6	—	3.24 ± 0.43
	4	317 ± 25	72.7 ± 1.8	—	3.13 ± 0.54
	6	350 ± 15	72.8 ± 1.5	—	3.69 ± 0.43
	8	369 ± 36	71.6 ± 2.5	—	4.30 ± 0.77

表 7. 各組織重量および成分 (20℃環境下)

	$^{14}\text{C}$ グルコース (%)	$^3\text{H}$ 酢酸 (%)	$^{14}\text{C}/^3\text{H}$ (DPM/DPM)	$^{14}\text{C}$ グルコース (%)	$^3\text{H}$ 酢酸 (%)	$^{14}\text{C}/^3\text{H}$ (DPM/DPM)
週	肝 臓			皮 下 脂 肪		
0	100	100	0.10	100	100	0.36
2	124	91	0.12	155	110	0.49
4	188	133	0.13	93	100	0.34
6	169	157	0.10	141	135	0.40
8	186	124	0.15	126	131	0.38
	副 睪 丸 脂 肪			筋 そ の 他		
0	100	100	0.64	100	100	0.42
2	65	48	1.00	124	86	0.63
4	125	111	0.80	191	100	0.74
6	90	96	0.70	247	114	0.97
8	60	107	0.49	191	132	0.61
	腎 周 囲 脂 肪			全 身		
0	100	100	0.75	100	100	0.39
2	119	114	1.05	131	100	0.51
4	538	400	1.09	169	116	0.55
6	233	229	0.95	208	134	0.65
8	95	276	0.37	169	141	0.48

表 8. 各組織の脂肪酸合成能の推移 (20℃環境下)

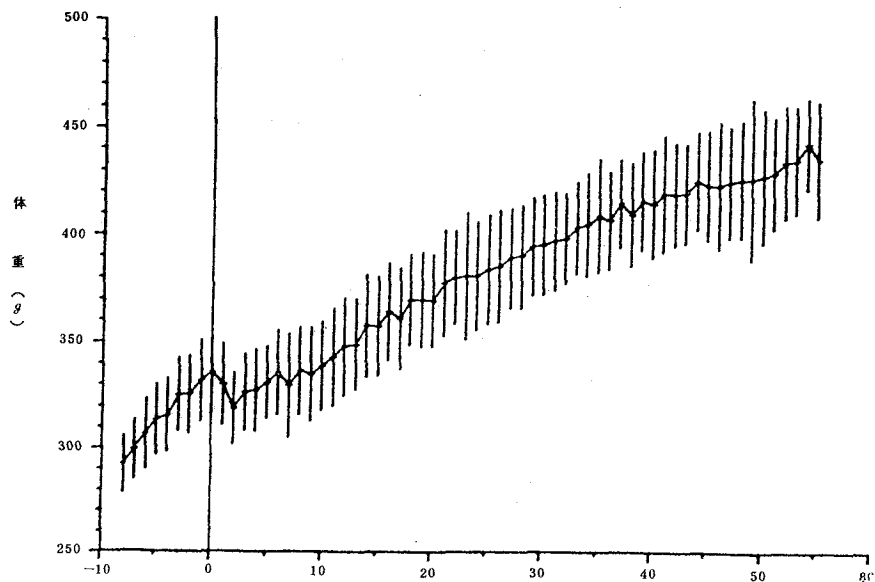


図 4. 低温暴露(1℃)下における体重変化

温度	日	増体量／日 (g)	採食量／日 (g)	飼料効率 (%)	乾物消化率 (%)	尿中窒素／日 (mg)
20℃	-6 ~ 0	5.24 ± 1.37	25.1 ± 2.0	20.6 ± 4.2	80.2 ± 1.1	500 ± 49
1℃	1 ~ 10	0.29 ± 1.00	34.4 ± 2.2	0.8 ± 2.7	79.8 ± 1.3	804 ± 49
	11 ~ 20	3.04 ± 0.76	39.2 ± 2.0	7.7 ± 1.8	80.6 ± 1.1	892 ± 45
	21 ~ 30	2.63 ± 0.74	39.6 ± 1.8	6.6 ± 1.9	80.2 ± 0.9	868 ± 31
	31 ~ 40	1.89 ± 1.09	40.7 ± 3.1	4.5 ± 2.5	80.0 ± 0.8	830 ± 43
	41 ~ 50	1.27 ± 0.84	41.4 ± 2.8	3.0 ± 1.9	80.0 ± 1.3	840 ± 33

表 9. 1℃ 暴露時の物質出納

温度	週	屠体重量 (g)	脂質含量 (%)	肝		臓		
				肝湿重量 (g)	体重比 (%)	蛋白含量 (%)	グリコーゲン (%)	脂質含量 (%)
20℃	0	380 ± 18	889 ± 189	159 ± 10	419 ± 0.14	144 ± 10	393 ± 146	354 ± 0.16
1℃	1	368 ± 18	819 ± 248	144 ± 14	392 ± 0.29	130 <sup>*</sup> ± 0.8	087 <sup>*</sup> ± 0.63	442 <sup>*</sup> ± 0.62
	2	390 ± 27	732 ± 223	168 ± 24	429 ± 0.36	132 <sup>*</sup> ± 0.5	213 <sup>*</sup> ± 0.58	386 ± 0.73
	3	408 ± 33	786 ± 101	160 ± 13	394 <sup>*</sup> ± 0.13	129 <sup>*</sup> ± 1.0	086 <sup>*</sup> ± 0.55	419 <sup>*</sup> ± 0.33
	4	400 ± 21	736 ± 163	154 ± 0.6	386 <sup>*</sup> ± 0.09	133 ± 1.0	077 <sup>*</sup> ± 0.58	393 ± 0.45
	6	415 ± 51	773 ± 304	162 ± 3.7	388 ± 0.40	136 ± 0.4	166 <sup>*</sup> ± 1.01	408 <sup>*</sup> ± 0.30
	8	434 <sup>*</sup> ± 24	937 ± 289	173 ± 1.5	399 ± 0.26	149 ± 0.7	203 ± 1.70	393 ± 0.42

表 10. 1℃ 暴露時の屠体重量，脂質含量および肝成分

\*は P < 0.05 での有意差を示し 0 週との比較である。

部位	温度	週	湿重量 (g)	体重比 (%)	蛋白含量 (%)	脂質含量 (%)
副 睪 丸 脂 肪	20℃	0	5.46 ± 1.35	1.43 ± 0.32	2.08 ± 0.19	70.3 ± 9.2
	1℃	1	4.59 ± 0.84	1.24 ± 0.18	1.52 ± 0.18	68.0 ± 3.5
	"	2	4.00 ± 1.33	1.02 ± 0.34	1.94 ± 0.19	68.5 ± 6.7
	"	3	5.23 ± 1.34	1.28 ± 0.29	1.64 ± 0.18	65.8 ± 9.8
	"	4	4.64 ± 1.26	1.15 ± 0.27	2.04 ± 0.73	60.0 ± 9.1
	"	6	4.40 ± 1.95	1.03 ± 0.34	1.81 ± 0.46	59.9 ± 10.3
	"	8	6.24 ± 1.71	1.44 ± 0.36	1.66 ± 0.29	65.8 ± 8.2
腎 周 囲 脂 肪	20℃	0	7.03 ± 2.46	1.84 ± 0.59	1.92 ± 0.22	72.0 ± 4.9
	1℃	1	5.27 ± 1.77	1.44 ± 0.54	1.33 ± 0.28	67.3 ± 7.5
	"	2	4.95 ± 1.74	1.27 ± 0.43	1.63 ± 0.26	67.3 ± 6.6
	"	3	5.93 ± 0.64	1.46 ± 0.19	1.47 ± 0.16	68.2 ± 3.7
	"	4	5.23 ± 1.84	1.30 ± 0.42	1.56 ± 0.31	57.3 ± 12.0
	"	6	5.52 ± 3.94	1.26 ± 0.73	1.66 ± 0.38	55.9 ± 8.0
	"	8	7.41 ± 3.08	1.70 ± 0.69	1.52 ± 0.48	60.8 ± 13.0
皮 下 脂 肪	20℃	0	81.0 ± 12.3	21.3 ± 2.7		15.1 ± 4.5
	1℃	1	66.0 ± 8.6	17.9 ± 1.8		16.0 ± 8.1
	"	2	71.0 ± 6.5	18.2 ± 1.4		13.3 ± 4.6
	"	3	78.0 ± 7.6	19.1 ± 1.1		13.5 ± 3.2
	"	4	74.0 ± 8.1	18.5 ± 1.4		14.0 ± 4.1
	"	6	74.9 ± 20.1	17.8 ± 3.3		16.1 ± 6.7
	"	8	85.7 ± 12.1	19.7 ± 2.2		17.8 ± 4.7
筋 そ の 他	20℃	0	270 ± 15	71.3 ± 3.6		4.43 ± 0.56
	1℃	1	278 ± 12	75.6 ± 1.9		4.35 ± 1.08
	"	2	293 ± 22	75.2 ± 2.0		4.20 ± 1.38
	"	3	302 ± 26	74.2 ± 1.4		4.39 ± 0.35
	"	4	300 ± 13	75.2 ± 1.7		4.24 ± 0.92
	"	6	314 ± 27	76.0 ± 4.0		4.49 ± 1.72
	"	8	317 ± 18	73.2 ± 2.8		5.03 ± 1.68

表 11. 1℃暴露時の各組織重量および成分

温 度 ℃		$^{14}\text{C}$ グルコース (%)	$^3\text{H}$ 酢 酸 (%)	$^{14}\text{C}/^3\text{H}$ (DPM/DPM)	$^{14}\text{C}$ グルコース (%)	$^3\text{H}$ 酢 酸 (%)	$^{14}\text{C}/^3\text{H}$ (DPM/DPM)
	週	肝 臓			皮 下 脂 肪		
20	0	100	100	0.12	100	100	0.62
1	1	45 *	45 *	0.13	45 *	62	0.44
"	2	47 *	75	0.08	47 *	46 *	0.61
"	3	44 *	100	0.05 *	73	56 *	0.77
"	4	60	80	0.09	110	60 *	1.06*
"	6	86	80	0.13	130	71	1.07*
"	8	72	93	0.09	122	84	0.83
		副 睪 丸 脂 肪			筋 そ の 他		
20	0	100	100	1.4	100	100	0.50
1	1	2	20	0.41 *	230	157	0.62
"	2	5	18	0.57	320	171 *	0.77
"	3	7	15	0.74	250	152 *	0.74
"	4	7	15	1.01	540 *	171 *	1.52*
"	6	13	14	2.18	270 *	143 *	0.90
"	8	11	16	1.17	310 *	138 *	1.06*
		腎 周 囲 脂 肪			全 身		
20	0	100	100	2.1	100	100	0.48
1	1	4	29	0.72 *	108	94	0.51
"	2	19	30	1.07	148	106	0.64
"	3	24	55	1.05	128	108	0.57
"	4	17	28	2.01	252 *	108	1.15*
"	6	21	30	1.83	156 *	102	0.77
"	8	15	31	1.37	168	104	0.79

表 12.  $1^\circ\text{C}$  暴露時の各組織の脂肪酸合成能の推移  
\*は  $P < 0.05$  の有意差を表わし 0 週の値との比較

## 審 査 結 果 の 要 旨

脂質は生体内にあってはエネルギー源などとして重要な役割を演ずると同時に畜産学的には肉質、乳質などに大きな影響を与える物質である。各種の環境下にある家畜の脂質代謝の様相を知ることが、畜産生産面あるいは経済面からも必要なことと考えられる。本論文はその基礎的段階としてラットを用い、寒冷適応の過程における脂質代謝の変遷を、ガス代謝、各臓器における脂肪酸合成能および脂肪の蓄積量などの測定から明らかにしようとしたものである。

著者はまずラットを1℃環境下におき2週間にわたりガス代謝を測定し、かつ実験終了時には屠体分析を行った。その結果、寒冷暴露による異化的傾向は4～6日後には同化的傾向を示すに至るが、脂質含量は2週間後においても、著しく少なく、かつヨウ素価も高かった。脂質と水分の負の相関関係は低温環境下の動物にも見られた。

次に寒冷環境下において、脂質分解能の増加は当然予測されるが、脂質合成能の変化については、比較的知見が少ないので *in vitro* および *in vivo* における実験を行った。すなわち1℃環境下にあるラットに $^{14}\text{C}$ -グルコース、 $^3\text{H}$ -酢酸を注入し、あるいは摘出した臓器に添加して培養を行い、放射性物質の脂肪酸中への取り込みなどを測定した。その結果、体全体の代謝像が同化的傾向にある寒冷暴露15日後においても脂肪酸合成能の回復は部分的であり、部位によって異なることを知った。

そこで著者は8週間にわたる寒冷暴露を行い、上記放射性物質を注入後屠殺し、屠体分析による脂肪酸合成能の測定等を各週ごとに実施して、脂質代謝の変遷を追跡した。その結果、放射性物質の脂肪酸への取り込みは、副睾丸、腎周囲脂肪組織については低下したまゝであるのに、肝臓、皮下脂肪組織では一旦、低下後回復した。一方、筋その他の混合物では $^{14}\text{C}$ -グルコースの取り込みは著しく増加し、他の部位とはその様相が大きく異なると同時に、20℃環境下の動物とも相違することを認めた。

以上、本論文はラットを用い、低温環境下における脂質代謝の変遷を詳細に追跡し、脂肪酸合成能の増大する部位があることなど多くの新知見を得た。よって審査員一同は著者に対し農学博士の学位を授与するに値すると判定した。